

Du bon usage des éphémérides obtenues à l'IMCCE avec l'aide d'un tableur

Philippe Merlin,
Observatoire de Lyon

Résumé : *L'usage des éphémérides n'est pas seulement réservé à l'observation. De nombreux travaux où les trajectoires, les conjonctions et les occultations peuvent être recherchées, prédites et visualisées.*

Introduction

Retrouver le ballet des planètes d'un point de vue géocentrique ou héliocentrique est grandement facilité par l'usage des éphémérides obtenues sur le serveur de l'IMCCE (Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides <http://ww.imcce.fr>).

Et ceci pour l'année en cours, mais aussi sur des longues périodes antérieures ou futures.

Le serveur d'éphémérides donne, pour les planètes, les astéroïdes, les satellites des planètes et le Soleil, les positions en différents systèmes de coordonnées : écliptiques, équatoriales, horaires, locales et aussi les distances, Terre-objet en système géocentrique, et Soleil-objet en système héliocentrique.

Mais la précision des tracés est conditionnée par le nombre de points utilisés. Si ce nombre devient grand (une planète sur dix ans avec un point par jour donne plus de 3600 lignes de données), l'usage d'un tableur devient absolument nécessaire pour manier les valeurs sans trop de peine, faire les calculs et les tracés.

Dans ce petit article, nous allons succinctement parler des sujets faisables avec les connaissances utiles, et les moyens de calculs.

Pour approfondir, le sujet, sur le site Internet de l'Observatoire de Lyon, vous trouverez des explications complémentaires, des exemples de calculs et de tracés, ainsi que des données préformatées sous Excel.

<http://www-obs.univ-lyon1.fr/fc/ephemcal/>

Sujets

Parmi les sujets abordables, on peut penser aux trajectoires des planètes, rétrogradations,

conjonctions et ceci dans de larges plages de temps permettant d'englober plusieurs fois les périodes des planètes tracées.

- Construction de système solaire soit géocentrique, soit héliocentrique.

Il est possible d'approfondir avec :

- changement de coordonnées (application des formules de trigonométrie pour changer de systèmes de coordonnées astronomiques : Écliptiques, Équatoriales, Horaires, Locales.

- changement de repères (sphériques, rectangulaires) ou passage de représentations géocentriques à héliocentriques. On peut même construire les trajectoires centrées sur n'importe quelle planète (par exemple : plutocentrique !).

La Lune est un sujet de choix, car c'est un petit corps dont tous les éléments orbitaux très perturbés varient rapidement. Grâce aux données d'éphémérides, il est possible de tracer toutes ces variations, en redécouvrant les périodes et avoir des surprises.

Canevas de la démarche

1) - sur le serveur d'éphéméride de l'IMCCE

- choix du corps, du système (hélio ou géocentrique), des coordonnées, du système de référence (2000, moyenne)
- dates de calcul (départ, pas et nombre de points ou dates à donner)
- calcul (éventuellement donner le lieu d'observation pour certaines options)

2) - recopie des valeurs

- soit par un copier-coller des données dans un fichier texte (bloc notes ou autre) et sauvegarde
- soit par enregistrement des données sous forme de fichier html à traiter ultérieurement

3) - Introduction des données textes dans le tableur et extraction et conversion des données numériques et mise en colonnes (dates, coordonnées décimales, distances, magnitudes, etc.)

4) - calculs éventuels et tracés.

Exemples

À titre d'exemples, nous donnerons trois types de résultats obtenus par cette démarche :

1) Positions des planètes relatives au Soleil tout au cours de l'année 2007

(mais aussi, si l'on veut, pour bien d'autres années)

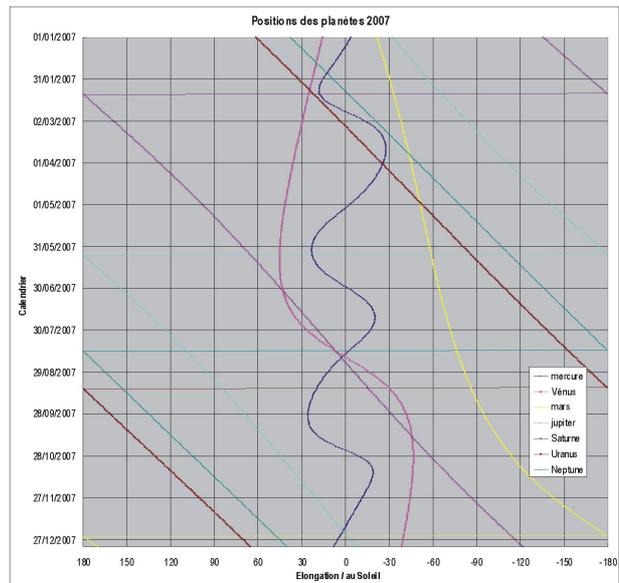
Ce graphique permet tout au long de l'année de situer les planètes observables, leur visibilité (du matin, du soir ou de nuit), les dates approximatives des conjonctions, oppositions...

Le nombre des données est relativement important puisqu'il y a 6 objets (cinq planètes et le Soleil) 365 points par objet.

Les calculs sont simples (différences de longitudes, mais en faisant attention en passant de 360 à 0°).

Le tracé est assez complexe, puisqu'il faut utiliser des dates en ordonnées et superposer des courbes.

À partir de ces dates, il est possible d'aller chercher sur le serveur, les données des planètes concernées encadrant conjonctions ou rapprochements, mais avec un pas plus petit et calculer avec précision le moment du rapprochement maximum et les distances entre objets comme dans l'exemple suivant.



2) La conjonction très proche de Vénus et Saturne du 27 août 2006

Le graphique permettait de prévoir l'heure précise et la distance minimale d'approche. Ici les trois courbes correspondent aux différences d'ascensions droites, déclinaisons et la distance angulaire des deux planètes.

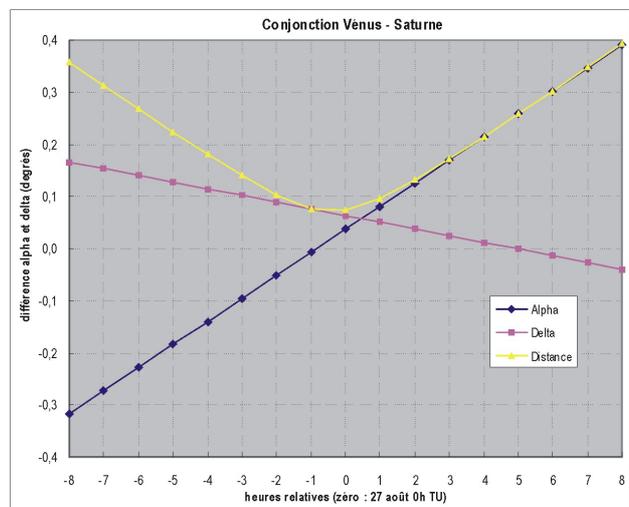


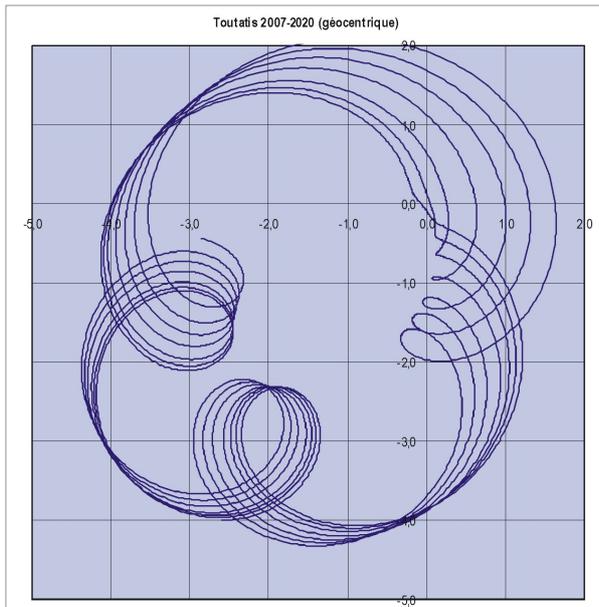
Photo J.H. Bigay

Vous voudriez savoir sous quel angle le Soleil éclaire la Lune pour calculer la hauteur des montagnes lunaires ?

3) Trajectoires des corps du système solaire géocentrique ou héliocentrique.

Comme exemple, nous donnerons de 2007 à 2020 la trajectoire semi chaotique du petit astéroïde Toutatis qui parfois "frôle" la Terre.

Le tracé de la trajectoire de Toutatis projetée dans le plan de l'écliptique demande simplement l'utilisation des formules simples de passage de coordonnées sphériques en coordonnées cartésiennes. On peut, bien sûr, affiner les passages près de la Terre en prenant plus de points.



Conclusion

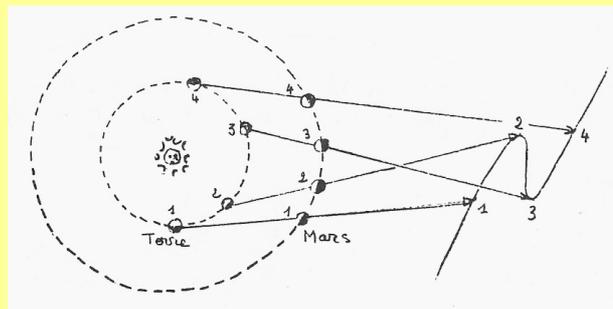
Tout cela est plaisant, car la démarche envisagée est multiple : Internet, maniement de fichiers, de données, utilisation de tableur, application de formules mathématiques, graphisme et esthétique de graphisme pour être lisible, analyse de courbe...

Nous vous souhaitons bien du plaisir à découvrir et à faire découvrir aux élèves comme nous en avons eu à manier toutes ces données qui nous projettent dans le futur (ou le passé).

Bientôt des applications pratiques

Prochainement, nous verrons des applications pratiques.

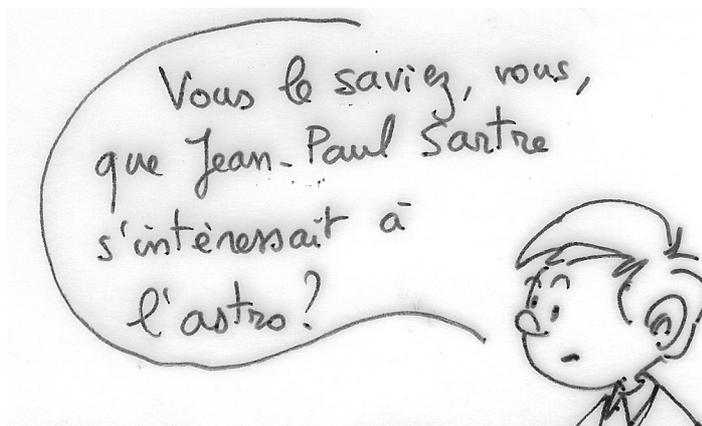
D'une part, avec l'aide des données que l'on peut relever à l'IMCCE. et des photos de la dernière rétrogradation de Mars, faites par J.M. Vienney et F. Berthomieu (photos disponibles sur le site du CLEA), nous ferons, avec un tableur, une modélisation simple mais complète des rétrogradations de Mars, pour essayer de prédire les formes possibles qu'elles peuvent prendre.



Ce travail a été initié, à Bron, par l'atelier d'astronomie de ..."Jean-Paul Sartre".

Une autre application sera proposée par B. Sandré de l'École Saint-Genève (Ginette !) de Versailles. Il s'agit du calcul des orbites de la Terre et de Mars par la méthode de Képler. Cet exercice remarquable s'adresse à des élèves de niveau post-baccalauréat.

la rédaction



Au fil des perles des astronomes et des enseignants

Deux astronomes revenaient d'un colloque par un train de nuit. Le plus jeune était fatigué mais l'astronome la plus âgée (une dame respectable) commentait avec force détails les résultats présentés au colloque. Très volubile elle parlait d'une voix forte, sans voir que son jeune collègue avait perdu pied depuis longtemps. Au bout d'un moment, un monsieur sortit du compartiment de couchettes voisin et s'écria furieux : "parlez moins fort, on comprend tout ce que vous dites". Le jeune astronome ne put s'empêcher de répondre : "vous avez bien de la chance".

gp